# ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ
# INFORMATION TECHNOLOGY, COMPUTER SCIENCE, AND MANAGEMENT







УДК 519.688 https://doi.org/10.23947/2687-1653-2021-21-3-290-296

## К проблеме использования автоматизированного рабочего места людьми с ограниченными возможностями



**А. А. Баскаков**  ✉, **А. Г. Тарасов**
ФГБОУ ВО «Московский государственный технологический университет "СТАНКИН"» (г. Москва, Российская Федерация)
✉ aleks.baskakov@mail.ru

***Введение.*** Сотрудники банковской сферы с ограничениями по здоровью имеют негативный опыт использования внутреннего программного обеспечения для взаимодействия с клиентами и выполнения служебных обязанностей. Многие сотрудники, например, с проблемами слуха, хотели бы работать в call-центрах, но не имеют такой возможности из-за устаревшего программного обеспечения (ПО). Целью исследования является анализ приоритетных задач для дальнейшей разработки ПО с учетом имеющихся у сотрудников нарушений.

***Материалы и методы.*** В качестве ПО выбрана одна из подсистем автоматизированного рабочего места, позволяющая сотруднику взаимодействовать непосредственно с клиентами данной организации. В ходе анализа использовался метод экспертного оценивания Т. Л. Саати при содействии одного из экспертов в разработке ПО для людей с ограниченными возможностями.

***Результаты исследования.*** Используя фундаментальную шкалу предпочтений и мнение эксперта в области разработки ПО для людей с инвалидностью, построены матрица приоритетов для каждого из критериев (субтитры, упрощённые шрифты, голосовое сопровождение, упрощённое и удаленное управление) и платформ (IOS, Android, Windows OS), а также глобальная матрица приоритетов для всех критериев и платформ.

***Обсуждение и заключения***. Проведено экспертное оценивание нескольких характеристик ПО банковской коммерческой организации Российской Федерации для выявления недостатков использования сотрудниками, имеющими инвалидность. В ходе анализа сделаны промежуточные выводы: самым необходимым критерием для людей с проблемами слуха является «Субтитры»; для людей без возможности выходить из дома — «Удаленное управление»; для людей с ампутациями или необратимыми повреждениями конечностей — «Упрощённое управление». Остальные параметры для реализации не рекомендуются.

***Ключевые слова:*** экспертное оценивание, автоматизированное рабочее место, инвалидность, коммерческое программное обеспечение, анализ иерархии Т. Л. Саати.

***Для цитирования:*** Баскаков, А. А. К проблеме использования автоматизированного рабочего места людьми с ограниченными возможностями / А. А. Баскаков, А. Г. Тарасов // Advanced Engineering Research. — 2021. — Т. 21, № 3. — С. 290–296. https://doi.org/10.23947/2687-1653-2021-21-3-290-296





## To the problem of using an automated workplace by people with disabilities

**Baskakov A. A.** **Tarasov A. G.**
Moscow State University of Technology "STANKIN" (MSTU "STANKIN") (Moscow, Russian Federation)

✉ aleks.baskakov@mail.ru

***Introduction.*** Employees of the banking sector with health restrictions have negative experience of using internal software to interact with customers and perform their official duties. Many employees, for example, with hearing

problems, would like to work in call centers, but do not have this opportunity due to the outdated software. The research objective is to analyze the priority tasks for the further development of software products, taking into account the existing health problems of employees.

***Materials and Methods.*** One of the subsystems of the automated workplace (hereinafter referred to as the AWP) was selected the software, which allows the employee to interact directly with the clients of the given organization. The analysis used the method of expert evaluation by T. L. Saati with the assistance of one of the experts in the development of software for people with disabilities.

***Results.*** Using the fundamental preference scale and expert opinion in the field of software development for people with disabilities, a priority matrix was built for each of the criteria (subtitles, simplified fonts, voice guidance, simplified and remote management) and platforms (IOS, Android, Windows OS), as well as a global priority matrix for all criteria and platforms.

***Discussions and Conclusions.*** An expert assessment of several characteristics of the software of a commercial banking organization of the Russian Federation was carried out to identify the disadvantages of using the software by employees with disabilities. During the analysis, intermediate conclusions were made: the most demanded criterion for people with hearing problems is “Subtitle”; for people without the ability to leave the house — “Remote control”; for people with amputations or irreversible limb injuries — “Simplified control”. The other parameters are not recommended for implementation.

***Keywords***: expert assessment, automated workplace, disability, commercial software, analytic hierarchy process.

***For citation:*** A. A. Baskakov, A. G. Tarasov. To the problem of using an automated workplace by people with disabilities. Advanced Engineering Research, 2021, vol. 21, no. 3, P. 290–296. https://doi.org/10.23947/2687-1653-2021-21-3-290-296

**Введение**. Взаимодействие клиента с сотрудником корпоративной организации реализуется посредством комплексного ПО, которое предназначено для управления доступом к продуктам компании и ускоренной обработки запросов клиента. Такова, например, система управления взаимоотношениями с клиентами (CRM-система) [1], которая хорошо себя зарекомендовала в call-центре. Также существует ПО для отдела кибербезопасности, где происходит логирование и аудирование событий клиента или сотрудников. Все вышесказанное, в отличии от продуктов, используемых непосредственно клиентами, достаточно плохо адаптировано для сотрудников, имеющих физические ограничения (инвалидность).

Выполнен анализ некоторых характеристик ПО для выявления слабых сторон в данной проблематике. Оценка проводилась методом анализа иерархии Т. Л. Саати при подключении эксперта ПО для людей с ограниченными возможностями.

**Материалы и методы.** Экспертное оценивание методом анализа иерархии представляет собой декомпозицию проблемы и выявление важности критериев при помощи экспертов данной области. Этот метод хорошо подходит в условиях полной определенности и при наличии множества критериев [1].

По мнению эксперта, решением наиболее острых проблем с программным обеспечением для людей с ограниченными возможностями могут быть:

- упрощенные шрифты для людей с проблемами зрения;
- голосовое сопровождение для людей с отсутствием зрения;
- упрощенное управление для людей с ампутациями или необратимыми повреждениями конечностей;
- субтитры для людей с проблемами слуха;
- удалённое управление для людей без возможности выходить из дома.

Данные проблемы можно реализовать на трех наиболее популярных платформах взаимодействия сотрудников с приложением (каналами): Android, IOS, Web-браузер. Вначале проблема декомпозируется на критерии, причем декомпозиция является полной, если каждая платформа взаимодействует с каждым критерием (Рис. 1).

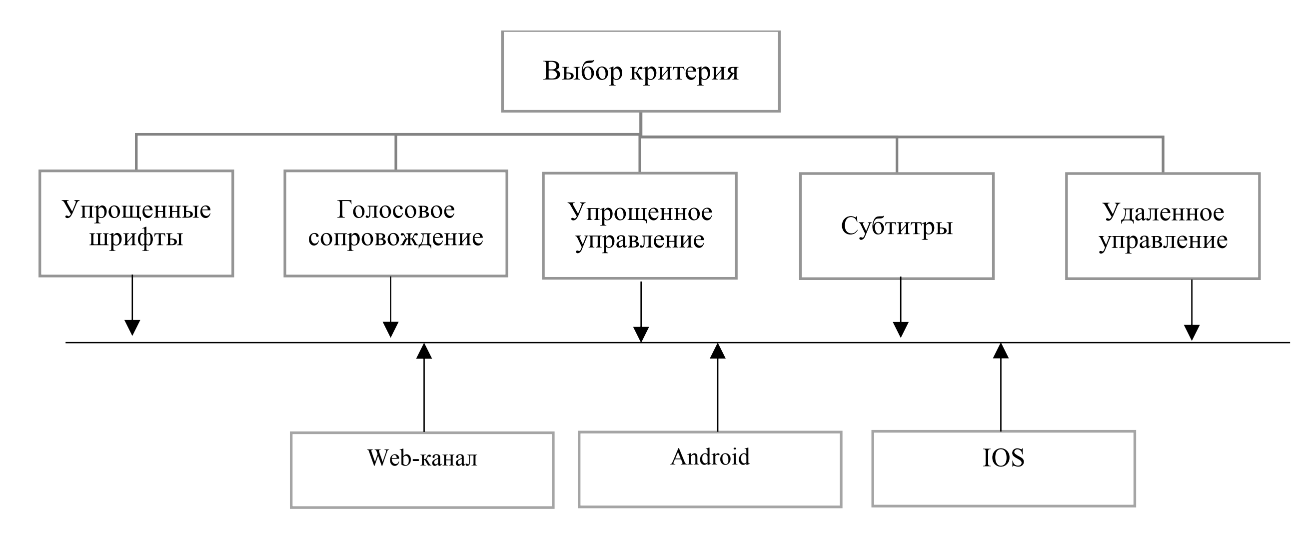



Рис. 1. Иерархия выбора критерия для людей с ограниченными возможностями

С целью определения предпочтений для каждой платформы и каждой проблемы строится матрица парных сравнений. Для этого следует определить шкалу оценивания (фундаментальную шкалу) [2–4], которая имеет вид ассоциативной таблицы (таблица 1).

Таблица 1

Фундаментальная шкала предпочтений

| Степень предпочтения | Определение |
|---|---|
| 1 | Обе альтернативы одинаковые по предпочтению |
| 2 | Промежуточное положение между одинаковым и средним предпочтением |
| 3 | Одна из альтернатив по мнению эксперта более предпочтительна, чем вторая |
| 4 | Промежуточное положение между средним и умеренно сильным предпочтением |
| 5 | Одна из альтернатив по мнению эксперта явно предпочтительней, чем вторая |
| 6 | Промежуточное положение между умеренно сильным и очень сильным предпочтением |
| 7 | Одна из альтернатив по мнению эксперта гораздо предпочтительней, чем вторая |
| 8 | Промежуточное положение между очень сильным и абсолютно сильным предпочтением |
| 9 | Одна из альтернатив по мнению эксперта абсолютно предпочтительней, чем вторая |

**Результаты исследования.** По каждому критерию рассчитывается приоритет[1] [5]. Для этого строится матрица (таблица 2). Каждый критерий сравнивается со всеми остальными по шкале от 1 до 9. Далее находится произведение и сумма для каждого критерия с целью анализа локального вектора приоритетов. Сумма локальных приоритетов при правильном подсчете должна быть равна единице [6].

Из вычислений можно сделать вывод, что наиболее предпочтительным критерием является «Субтитры». Следующими по предпочтительности являются критерии «Упрощённое управление» и «Удаленное управление».

Локальный вектор приоритетов $V_в$ находится по формуле:

$$V_в = \frac{\sqrt[n]{\prod_{i=1}^{n} K_i}}{\prod_{i=1}^{n} K_i}, \qquad (1)$$

где $n$ — количество критериев; $K$ — критерий.



[1] Кругова, И. В. Анализ критериев инновационных проектов ПАО «Мегафон» на основе метода анализа иерархий Саати / И. В. Кругова // Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук : матер. III науч.-практ. всерос. конф. Тольятти : Изд-во Качалин Александр Васильевич, 2017. С. 297–302.

Таблица 2

Оценка важности критериев

| Критерий | Матрица по критериям | | | | | Параметры расчета по формуле (1) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Упрощенные шрифты | Голосовое сопровожде-ние | Упрощен-ное управление | Субтитры | Удалённое управление | Произведение | $\sqrt[5]{}$ из произведения | Локальный вектор приоритетов |
| Упрощенные шрифты | 1 | 5 | 1/4 | 1/2 | 1/3 | 0,20 | 0,72 | 0,12 |
| Голосовое сопровождение | 1/5 | 1 | 1/5 | 1/4 | 1/4 | 0,002 | 0,28 | 0,04 |
| Упрощенное управление | 4 | 5 | 1 | 1/2 | 1/3 | 3,33 | 1,27 | 0,21 |
| Субтитры | 2 | 3 | 5 | 1 | 1 | 30 | 1,97 | 0,32 |
| Удалённое управление | 3 | 2 | 3 | 1 | 1 | 18 | 1,78 | 0,29 |
| Итого | 10,2 | 16 | 9,45 | 3,25 | 2,91 | – | 6,02 | ~ 1,000 |

Индекс согласованности $I$ показывает степень согласованности оценок эксперта [7] и рассчитываться по формулам:

$$I = \frac{|\alpha - n|}{n-1}, \quad (2)$$

$$\alpha = \sum_{i=1}^{n} V_i \cdot S_i, \quad (3)$$

где $V$ — вектор приоритетов; $S$ — сумма критериев; $n$ — $i$-ый критерий.

Отношение согласованности $R$ определяют по формуле:

$$R = \frac{I}{L} \cdot 100~\%, \quad (4)$$

где $L$ — случайная согласованность.

Случайная согласованность — это императивные значения, которые приведены в таблице 3 для матриц разной размерности [8, 9]. В данном случае значение берется для матрицы из 5 критериев.

Таблица 3

Значения случайной согласованности для матриц разных порядков

| Размер матрицы | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Случайная согласованность | 0 | 0 | 0,58 | 0,9 | 1,12 | 1,24 | 1,32 | 1,41 | 1,45 | 1,49 |

По формулам (2)–(4) вычислим:

α = 10,2 · 0,12 + 16 · 0,04 + 9,45 · 0,21 + 3,25 · 0,32 + 2,91 * 0,29 = 5,7324;

$I$ = |5,7324 – 5| / (5 – 1) = 0,1831;

$R$ = 0,1831 / 1,12 · 100 = ~16 %.

Параметр $R$ имеет допустимое значение (не более 20 %).

На данном этапе определяется приоритет по каждому из критериев и проверяется согласованность мнений экспертов [10, 11]. Расчеты приведены в таблице 4–8.

Таблица 4

Матрица приоритетов для критерия «Упрощенные шрифты»

| Платформа | Матрица для платформ | | | Параметры расчета | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Web | Android | IOS | Произведение | $\sqrt[3]{}$ из произведения | Вектор приоритетов |
| Web | 1 | 2 | 6 | 12 | 2,28 | 0,59 |
| Android | 1/2 | 1 | 4 | 2 | 1,25 | 0,32 |
| IOS | 1/6 | 1/4 | 1 | 0,04 | 0,34 | 0,08 |
| Итог | 1,66 | 3,25 | 11 | – | 3,87 | – |

По формулам (2)–(4), используя Таблица 3, вычислим оценку согласованности [12]:

$$\alpha = 1{,}66 \cdot 0{,}59 + 3{,}25 \cdot 0{,}32 + 11 \cdot 0{,}08 = 2{,}8994;$$

$$I = |2{,}8994 - 3| / (3 - 1) = 0{,}0503;$$

$$R = 0{,}0503 / 0{,}58 \cdot 100 = 8{,}67~\%.$$

Значение параметра $R$ является допустимым.

Таблица 5

Матрица приоритетов для критерия «Голосовое сопровождение»

| Платформа | Матрица для платформ | | | Параметры расчета | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Web | Android | IOS | Произведение | $\sqrt[3]{\phantom{x}}$ из произведения | Вектор приоритетов |
| Web | 1 | 1/3 | 2 | 0,66 | 0,87 | 0,23 |
| Android | 3 | 1 | 5 | 15 | 2,46 | 0,64 |
| IOS | 1/2 | 1/5 | 1 | 0,1 | 0,46 | 0,12 |
| Итог | 4,5 | 1,53 | 8 | – | 3,79 | – |

Используя прежнюю методику и данные таблицы 5, вычислим оценку согласованности:

$$\alpha = 4{,}5 \cdot 0{,}23 + 1{,}53 \cdot 0{,}64 + 8 \cdot 0{,}12 = 2{,}97;$$

$$I = |2{,}97 - 3| / (3 - 1) = 0{,}015;$$

$$R = 0{,}015 / 0{,}58 \cdot 100 = 2{,}58~\%.$$

Значение параметра $R$ является допустимым.

Таблица 6

Матрица приоритетов для критерия «Упрощённое управление»

| Платформа | Матрица для платформ | | | Параметры расчета | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Web | Android | IOS | Произведение | $\sqrt[3]{\phantom{x}}$ из произведения | Вектор приоритетов |
| Web | 1 | 1 | 2 | 2 | 1,259 | 0,4 |
| Android | 1 | 1 | 2 | 2 | 1,259 | 0,4 |
| IOS | 1/2 | 1/2 | 1 | 0,25 | 0,629 | 0,19 |
| Итог | 2,5 | 2,5 | 5 | – | 3,147 | – |

Вычислим оценку согласованности для упрощённого управления по данным таблицы 6:

$$\alpha = 2{,}5 \cdot 0{,}4 + 2{,}5 \cdot 0{,}4 + 5{,}0 \cdot 0{,}2 = 3{,}0;$$

$$I = |2{,}95 - 3| / (3 - 1) = 0{,}025;$$

$$R = 0{,}025 / 0{,}58 \cdot 100 = 4{,}3~\%.$$

И в данном случае значение параметра $R$ является допустимым.

Таблица 7

Матрица приоритетов для критерия «Субтитры»

| Платформа | Матрица для платформ | | | Параметры расчета | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Web | Android | IOS | Произведение | $\sqrt[3]{\phantom{x}}$ из произведения | Вектор приоритетов |
| Web | 1 | 1/5 | 1/2 | 0,1 | 0,46 | 0,13 |
| Android | 5 | 1 | 1 | 5 | 1,70 | 0,49 |
| IOS | 2 | 1 | 1 | 2 | 1,26 | 0,36 |
| Итог | 8 | 2,2 | 2,5 | – | 3,42 | – |

Вычислим оценку согласованности, используя данные таблицы 7:

$$\alpha = 8 \cdot 0{,}13 + 2{,}2 \cdot 0{,}49 + 2{,}5 \cdot 0{,}36 = 3{,}018;$$

$$I = |3{,}018 - 3| / (3 - 1) = 0{,}009;$$

$$R = 0{,}009 / 0{,}58 \cdot 100 = 1{,}5~\%.$$

Значение параметра $R$ является допустимым.

Таблица 8

Матрица приоритетов для критерия «Удаленное управление»

| Платформа | Матрица для платформ | | | Параметры расчета | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Web | Android | IOS | Произведение | $\sqrt[3]{\phantom{x}}$ из произведения | Вектор приоритетов |
| Web | 1 | 1/2 | 1/6 | 0,083 | 0,436 | 0,101 |
| Android | 2 | 1 | 1/5 | 0,4 | 0,736 | 0,172 |
| IOS | 6 | 5 | 1 | 30 | 3,107 | 0,726 |
| Итог | 9 | 6,5 | 1,36 | – | 4,279 | – |

Вычислим оценку согласованности, руководствуясь данными таблицы 8:

$$\alpha = 9 \cdot 0{,}101 + 6{,}5 \cdot 0{,}172 + 1{,}36 \cdot 0{,}726 = 3{,}01436;$$

$$I = |3{,}01436 - 3| / (3 - 1) = 0{,}025;$$

$$R = 0{,}007 / 0{,}58 \cdot 100 = 1{,}2\ \%.$$

Значение параметра $R$ является допустимым.

Исходные данные и результаты расчета глобальных приоритетов представлены в таблице 9.

Таблица 9

Исходные данные и результаты расчета глобальных приоритетов

| Платформа | Матрица глобальных приоритетов по критериям | | | | | Глобальный вектор приоритетов |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Упрощенные шрифты | Голосовое сопровождение | Упрощенное управления | Субтитры | Удалённое управление | |
| | 0,12 | 0,04 | 0,21 | 0,32 | 0,29 | |
| Web | 0,59 | 0,23 | 0,4 | 0,13 | 0,101 | 0,23489 |
| Android | 0,32 | 0,64 | 0,4 | 0,49 | 0,172 | 0,35468 |
| IOS | 0,08 | 0,12 | 0,19 | 0,36 | 0,726 | 0,38004 |
| Сумма | – | – | – | – | – | ~1 |

Расчет глобального приоритета $C$ каждой платформы относительно критериев выполняется по формуле [13]:

$$C = \sum_{ni}^{n} P_g \cdot P_l,$$

где $n$ — $i$-ый критерий; $P_g$ — глобальный приоритет $i$-го критерия; $P_l$ — относительный приоритет каждой платформы для $i$-го критерия.

Рассчитаем глобальный приоритет всех альтернатив:

- для Web:(0,12 · 0,59) + (0,04 · 0,23) + (0,21 · 0,4) + (0,32 · 0,13) + (0,29 · 0,101) = 0,23489;
- для Android: (0,12 · 0,32) + (0,04 · 0,64) + (0,21 · 0,4) + (0,32 · 0,49) + (0,29 · 0,172) = 0,35468;
- для IOS: (0,12 · 0,08) + (0,04 · 0,12) + (0,21 · 0,19) + (0,32 · 0,36) + (0,29 · 0,726) = 0,38004.

Исходя из результатов расчета, приоритетной является IOS-платформа с целью разработки функционала для людей с ограниченными возможностями, наиболее близка к приоритетной — Android-платформа [14].

**Обсуждение и заключения**. Проведенное исследование методом анализа иерархии с учетом мнения эксперта показало: самым необходимым критерием для людей с проблемами слуха является «Субтитры» (индекс 0,32); для людей без возможности выходить из дома — «Удаленное управление» (индекс 0,29); для людей с ампутациями или необратимыми повреждениями конечностей — «Упрощённое управление» (индекс 0,21). Остальные параметры для реализации не рекомендуются.

Для критерия «Субтитры» необходимой платформой для реализации является Android ОС (индекс 0,49). Достаточно необходимым также оказалась операционная система IOS (индекс 0,36). «Удаленное управление» наиболее необходимо на IOS-платформе (индекс 0,726). Для критерия «Упрощённое управление» в равной степени требуется Android и Web-версия сервиса (оба индекса 0,4). Глобальный индекс платформы для всех критериев показал наиболее приоритетной IOS-разработку.

**Библиографический список**

1. Гринберг, П. CRM со скоростью света / П. Гринберг. — Санкт-Петербург : Символ Плюс, 2007. — 528 с.

2. Рубцов, Н. В. Применение метода анализа иерархий для оценки уязвимостей в системах IP-телефонии / Н. В. Рубцов // Известия Южного федерального университета. Технические науки. — 2010. — Т. 5, № 106. — С. 52–55.

3. Erick, F. Proposal to use the Analytic Hierarchy Process Method Evaluate Bank Credit Submissions / F. Erick, S. Pandapotan // Procedia Computer Science. — 2021. — Vol. 179. — P. 232–241. https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.002

4. Abimbola H. Afolayan. Performance analysis of fuzzy analytic hierarchy process multi-criteria decision support models for contractor selection / Abimbola H. Afolayan, Bolanle Ojokoh, Adebayo O Adetunmbi // Scientific African. — 2020. — Vol. 9. — P. 1–12.

5. Вдовченко, Д. Г. Применение метода анализа иерархий Тома Саати при совершении трансфера игрока / Д. Г. Вдовченко, О. И. Юшкова // Современная математика и концепции инновационного математического образования. — 2018. — Т. 5, № 1. — С. 482–485.

6. Кузнецов, М. А. Выбор языка программирования методом анализа иерархий Томаса Саати / М. А. Кузнецов // NAUKA-RASTUDENT.RU. — 2016. — №.5. — С. 8.

7. Боховко, А. Г. Выбор биометрического способа аутентификации методом анализа иерархий Томаса Саати / А. Г. Боховко // NAUKA-RASTUDENT.RU. — 2016. — №. 2. — С. 18.

8. Славнов, К. В. О возможности модификации метода анализа иерархий Т. Саати для оценки систем контроля конфиденциальной информации / К. В. Славнов, И. В. Купин, М. В. Сидорин // Научные исследования и разработки молодых ученых. — 2016. — № 15. — С. 73–78.

9. Saliha Ünver. Safety risk identification and prioritize of forest logging activities using analytic hierarchy process (AHP) / Saliha Ünver, Ibrahim Ergenc // Alexandria Engineering Journal. — 2020. — Vol. 60 (1). — P. 1591–1599. 10.1016/j.aej.2020.11.012

10. A new case of rank reversal in analytic hierarchy process due to aggregation of cost and benefit criteria / Abhijit Madjumdara, Manoj Kumar Tiwarib, Aastha Agarwala, Kanika Prajapata // Operations Research Perspectives. — 2021. — Vol. 8. — Art. 100185. https://doi.org/10.1016/j.orp.2021.100185

11. Battsengel Enkhbayar. Identifying priority attributes for improving Ulaanbaatar bus services using the analytic hierarchy process / Battsengel Enkhbayar, Justin S. Chang // Transportation Research Procedia. — 2020. — Vol. 48 (2). — P. 2990–2998. 10.1016/j.trpro.2020.08.186

12. Panagis Foteinopoulos. Block-based Analytical Hierarchy Process applied for the evaluation of Construction Sector Additive Manufacturing / Panagis Foteinopoulos, Alexios Papacharalampopoulos, Panagiotis Stavropoulos // Procedia CIRP. — 2019. — Vol. 81. — P. 950–955. 10.1016/j.procir.2019.03.233

13. Francis, L. Mayo. Ranking factors affecting public transport mode choice of commuters in an urban city of a developing country using analytic hierarchy process: The case of Metro Cebu, Philippines / Francis L. Mayo, Evelyn B. Taboada // Transportation Research Interdisciplinary Perspectives. — 2020. — Vol. 4. — Art. 100078.

14. Shivi Garg. Comparative analysis of Android and iOS from security viewpoint / Shivi Garg, Niyati Baliyan // Computer Science Review. — 2021. — Vol. 40. — Art. 100372. https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2021.100372

Поступила в редакцию 26.07.2021
Поступила после рецензирования 09.08.2021
Принята к публикации 09.08.2021

*Об авторах:*

**Баскаков Алексей Андреевич,** аспирант кафедры «Информационные технологии и вычислительные системы», ФГБОУ ВО «Московский государственный технологический университет "СТАНКИН"» (127055, РФ, Москва, пер. Вадковский, 1), ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9931-6520, aleks.baskakov@mail.ru

**Тарасов Алексей Геннадиевич,** доцент кафедры «Информационные технологии и вычислительные системы», ФГБОУ ВО «Московский государственный технологический университет "СТАНКИН"» (127055, РФ, Москва, пер. Вадковский, 1), кандидат технический наук, ORCID https://orcid.org/0000-0002-5284-7073, tarasov.ag@mail.ru

*Заявленный вклад авторов:*

А. А. Баскаков — проведение расчетов, подготовка текста, поиск научной литературы, формирование выводов; А. Г. Тарасов — научное руководство, формирование цели и задач, корректировки текста.

*Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*